

***IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE***

Applicant: Tomohiro KONDO et al.

Title: SURFACE FINISHING APPARATUS AND RELATED METHOD

Appl. No.: Unassigned

Filing Date: 02/06/2004

Examiner: Unassigned

Art Unit: Unassigned

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith are certified copies of said original foreign applications:

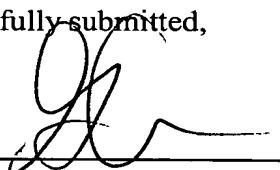
- JAPAN Patent Application No. 2003-034073 filed 02/12/2003.
- JAPAN Patent Application No. 2003-036704 filed 02/14/2003.
- JAPAN Patent Application No. 2003-036700 filed 02/14/2003.
- JAPAN Patent Application No. 2003-066592 filed 03/12/2003.

Respectfully submitted,

Date February 6, 2004

FOLEY & LARDNER  
Customer Number: 22428  
Telephone: (202) 672-5426  
Facsimile: (202) 672-5399

By \_\_\_\_\_

  
Glenn Law  
Attorney for Applicant  
Registration No. 34,371

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   2 月 1 2 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 3 4 0 7 3  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 0 3 4 0 7 3 ]

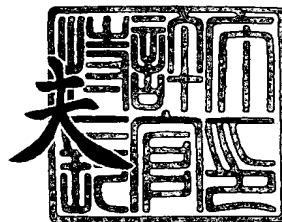
出   願   人            日 産 自 動 車 株 式 会 社  
Applicant(s):

4

2 0 0 3 年 1 2 月   3 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 泰



【書類名】 特許願

【整理番号】 NM02-01805

【提出日】 平成15年 2月12日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 B24B 37/02

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会  
社内

【氏名】 渡辺 孝文

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会  
社内

【氏名】 飯泉 雅彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会  
社内

【氏名】 長谷川 清

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会  
社内

【氏名】 小又 正博

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会  
社内

【氏名】 荻野 崇

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会  
社内

【氏名】 近藤 智浩

**【発明者】**

**【住所又は居所】** 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社  
社内

**【氏名】** 武田 和夫

**【発明者】**

**【住所又は居所】** 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社  
社内

**【氏名】** 千田 義之

**【発明者】**

**【住所又は居所】** 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社  
社内

**【氏名】** 松下 靖志

**【特許出願人】**

**【識別番号】** 000003997

**【氏名又は名称】** 日産自動車株式会社

**【代理人】**

**【識別番号】** 100072349

**【弁理士】**

**【氏名又は名称】** 八田 幹雄

**【電話番号】** 03-3230-4766

**【選任した代理人】**

**【識別番号】** 100102912

**【弁理士】**

**【氏名又は名称】** 野上 敦

**【選任した代理人】**

**【識別番号】** 100110995

**【弁理士】**

**【氏名又は名称】** 奈良 泰男

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100111464

【弁理士】

【氏名又は名称】 齋藤 悦子

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100114649

【弁理士】

【氏名又は名称】 宇谷 勝幸

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100124615

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤井 敏史

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001719

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ラッピング加工装置およびラッピング加工方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転駆動されるワークの加工面に対してラッピング加工を施すラッピング加工装置であって、

薄肉基材の一面に砥粒が設けられたラッピングフィルムと、

前記ラッピングフィルムの背面側に配置されたシューと、

前記シューをワークに向けて押付けて前記ラッピングフィルムの砥粒面を前記ワークに押付けるとともにシュー押付け力を調整自在なシュー押付け手段と、

前記ワークおよび前記ラッピングフィルムのうちの少なくとも一方に前記ワークの軸線方向に沿うオシレーションを付与するオシレーション手段と、

オシレーションによる前記ワークの前記ラッピングフィルムに対する相対的なオシレーション位置を検出する検出手段と、

加工中におけるワークのオシレーション位置に応じてシュー押付け力を可変制御する制御手段と、を有し、

前記ワークの軸線方向に沿う加工面の幾何学形状を制御することを特徴とするラッピング加工装置。

【請求項 2】 前記制御手段は、ワークのオシレーション位置がオシレーションの幅方向両端部であるときのシュー押付け力が、オシレーションの幅方向中央部であるときのシュー押付け力に比べて大きくなるように、前記シュー押付け手段の作動を制御し、前記幾何学形状をフラットあるいは中凸にすることを特徴とする請求項 1 に記載のラッピング加工装置。

【請求項 3】 オシレーションの幅方向両端部でのシュー押付け力と、オシレーションの幅方向中央部でのシュー押付け力との間の変化率は、幾何学形状をフラットにするときよりも中凸にするときの方が大きいことを特徴とする請求項 2 に記載のラッピング加工装置。

【請求項 4】 前記制御手段は、ワークのオシレーション位置がオシレーションの幅方向両端部であるときのシュー押付け力が、オシレーションの幅方向中央部であるときのシュー押付け力に比べて小さくなるように、前記シュー押付け

手段の作動を制御し、前記幾何学形状を中凹にすることを特徴とする請求項 1 に記載のラッピング加工装置。

【請求項 5】 前記ラッピングフィルムは、非伸縮性でかつ変形可能であることを特徴とする請求項 1 に記載のラッピング加工装置。

【請求項 6】 ワークの加工面に向けてラッピングフィルムの背面側に配置されたシューを押付けて、前記ラッピングフィルムの砥粒面を前記ワークに押付けた状態で、前記ワークを回転駆動するとともに前記ワークおよび前記ラッピングフィルムのうちの少なくとも一方に前記ワークの軸線方向に沿うオシレーションを付与しつつラッピング加工を施すラッピング加工方法であって、

オシレーションによる前記ワークの前記ラッピングフィルムに対する相対的なオシレーション位置を検出手段により検出し、加工中におけるワークのオシレーション位置に応じてシュー押付け力を可変制御し、前記ワークの軸線方向に沿う加工面の幾何学形状を制御することを特徴とするラッピング加工方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ワークの加工面を砥粒付きのラッピングフィルム（以下単にフィルムと称することもある）によりフィルムラッピング加工（以下単にラッピング加工）するラッピング加工装置およびラッピング加工方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

例えば、カムシャフトのカムロブ部やジャーナル部あるいはクランクシャフトのジャーナル部やピン部等のような断面円弧状外周面を有するワークを仕上げ加工する場合は、最近、一面に砥粒が設けられたラッピングフィルムによりラッピング加工されている。

【 0 0 0 3 】

このラッピング加工は、ワークの加工面をラッピングフィルムで覆い、このフィルムを背面からシューで加圧し、フィルムをワークに押付けた状態でワークを回転しながらフィルムの砥粒面でワークを加工する。ラッピング加工装置は、シ

ューをフィルムを介してワークに押付ける機構のほか、ワークおよびラッピングフィルムのうちの少なくとも一方にワークの軸線方向に沿うオシレーションを付与するオシレーション機構を有している（例えば、特許文献1参照。）。

#### 【0004】

##### 【特許文献1】

特開平7-237116号公報（図1、図2参照）

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ラッピング加工が施された加工面の形状には、ワークの軸線方向に沿う幾何学形状（以下、「軸方向幾何学形状」とも言う）と、周方向に沿う幾何学形状とがあるが、前者の軸方向幾何学形状が、両端部に比べて中央部が僅かに窪んだいわゆる中凹形状になることがある。これは、オシレーションに伴って移動するワークのエッジ部によって砥粒がダメージを受けるため、中央部での作用砥粒数に比べて両端部で作用砥粒数が相対的に減少し、その結果、加工面の除去量が、両端部に比べて中央部が相対的に増加するためである。軸方向幾何学形状が中凹形状になると、真直度が要求されたレベルに達せず、加工不良になる虞がある。

#### 【0006】

また、ワークの中には、真直度を高精度に仕上げることを要求されるワークの他に、軸方向幾何学形状を積極的に中凸や中凹にすることを意図したワークも存在する。

#### 【0007】

しかしながら、従来のラッピング加工装置では、ラッピング加工中におけるシュー押付け力などの加工条件は一定とされており、加工条件だけで、軸方向幾何学形状が所望の形状となるように制御することは事実上不可能である。

#### 【0008】

本発明は、上記従来技術に伴う課題を解決するためになされたものであり、加工条件だけで、ワークの軸線方向に沿う加工面の幾何学形状を制御し得るラッピング加工装置およびラッピング加工方法を提供することを目的とする。

#### 【0009】



**【課題を解決するための手段】**

本発明の目的は、下記する手段により達成される。

**【0 0 1 0】**

本発明は、回転駆動されるワークの加工面に対してラッピング加工を施すラッピング加工装置であって、

薄肉基材の一面に砥粒が設けられたラッピングフィルムと、

前記ラッピングフィルムの背面側に配置されたシューと、

前記シューをワークに向けて押付けて前記ラッピングフィルムの砥粒面を前記ワークに押付けるとともにシュー押付け力を調整自在なシュー押付け手段と、

前記ワークおよび前記ラッピングフィルムのうちの少なくとも一方に前記ワークの軸線方向に沿うオシレーションを付与するオシレーション手段と、

オシレーションによる前記ワークの前記ラッピングフィルムに対する相対的なオシレーション位置を検出する検出手段と、

加工中におけるワークのオシレーション位置に応じてシュー押付け力を可変制御する制御手段と、を有し、

前記ワークの軸線方向に沿う加工面の幾何学形状を制御することを特徴とするラッピング加工装置である。

**【0 0 1 1】**

また、本発明は、ワークの加工面に向けてラッピングフィルムの背面側に配置されたシューを押付けて、前記ラッピングフィルムの砥粒面を前記ワークに押付けた状態で、前記ワークを回転駆動するとともに前記ワークおよび前記ラッピングフィルムのうちの少なくとも一方に前記ワークの軸線方向に沿うオシレーションを付与しつつラッピング加工を施すラッピング加工方法であって、

オシレーションによる前記ワークの前記ラッピングフィルムに対する相対的なオシレーション位置を検出手段により検出し、加工中におけるワークのオシレーション位置に応じてシュー押付け力を可変制御し、前記ワークの軸線方向に沿う加工面の幾何学形状を制御することを特徴とするラッピング加工方法である。

**【0 0 1 2】****【発明の効果】**

本発明に係るラッピング加工装置およびラッピング加工方法によれば、加工条件だけで、ワークの軸線方向に沿う加工面の幾何学形状を所望の形状（フラット、中凸あるいは中凹）に制御し得るという効果を奏する。

### 【0013】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面を参照しつつ説明する。

### 【0014】

図1は、本発明の実施形態に係るラッピング加工装置1を示す概略構成図、図2は、ラッピング加工装置1に開閉自在に設けられた上下のアーム22、23の閉状態を示す概略断面図、図3は、上下のアーム22、23の開状態を示す概略断面図、図4は、ラッピング加工装置1の要部を示す断面図である。図5は、オシレーションに伴うカムシャフト位置の説明に供する図、図6は、シュー押付けユニット30の構成と等価の構成を示す概念図、図7は、シュー押付け力Pの変化の説明に供する図である。また、図8（A）は、ラッピング加工されるワークとしてのカムシャフト60の一例を示す斜視図、図8（B）は、ラッピング加工されるワークとしてのクランクシャフト62の一例を示す斜視図である。なお、説明の便宜上、カムシャフト60の軸線方向（図1において左右方向）をX方向と定義し、X方向に対して直交する水平方向（図1において紙面に直交する方向）をY方向と定義し、X方向に対して直交する鉛直方向（図1において上下方向）をZ方向と定義する。

### 【0015】

図1～図4を参照して本実施形態のラッピング加工装置1について概説すれば、非伸縮性でかつ変形可能な薄肉基材の一面に砥粒が設けられたラッピングフィルム11と、ラッピングフィルム11の背面側に配置されたシュー21と、シュー21を押付けてラッピングフィルム11の砥粒面をワークWに押付けるシュー押付けユニット30（シュー押付け手段に相当する）と、ワークWを回転駆動する回転駆動ユニット40と、ワークWおよびラッピングフィルム11のうちの少なくとも一方にワークWの軸線方向に沿うオシレーションを付与するオシレーションユニット50（オシレーション手段に相当する）と、を有し、回転するワー

クWにラッピングフィルム11を押圧しラッピング加工を施している。前記シュー押付けユニット30は、シュー押付け力Pを調整自在に構成されている(図4参照)。ワークWとして、図8(A)(B)に示すように、カムシャフト60や、クランクシャフト62を挙げることができる。カムシャフト60におけるカムロブ部61の外周面や、クランクシャフト62のピン部63の外周面がラッピング加工を施す加工面となる。図1には、カムシャフト60をラッピング加工する例が示され、カムロブ部61の位置に対応して、対をなす上アーム22および下アーム23が複数対配置されている。

#### 【0016】

以下、ラッピング加工装置1について詳述する。

#### 【0017】

図1を参照して、前記回転駆動ユニット40は、主軸41を回転自在に支持するヘッドストック42と、主軸41の先端に連結されカムシャフト60の一端を把持するチャック43と、主軸41にベルト44を介して接続される主軸モータM1と、カムシャフト60の他端を支持するセンタ45を備えるテールストック46と、を有している。カムシャフト60は、主軸モータM1の回転動がベルト44および主軸41を介して伝達されて回転駆動される。主軸モータM1の回転速度を変えることにより、ワーク回転速度 $V_w$ が所望の速度に設定される。主軸41には、加工中におけるワークWの回転位置を検出するロータリエンコーダS1が取り付けられている。ヘッドストック42およびテールストック46のそれぞれはY方向に沿ってスライド移動自在なテーブル47、48上に設けられ、これらテーブル47、48は、X方向に沿ってスライド移動自在なテーブル49上に配置されている。カムシャフト60をヘッドストック42とテールストック46との間にセットしたり、カムシャフト60を加工位置に移動したりするために、各テーブル47、48、49が移動される。

#### 【0018】

前記オシレーションユニット50は、テーブル49の端面に当接する偏心回転体51と、偏心回転体51を回転駆動するオシレーション用モータM2と、を有している。オシレーションユニット50には、テーブル49の端面と偏心回転体

5 1 とを常時当接させるためにテーブル 4 9 を偏心回転体 5 1 に向けて押圧する弾発力を付勢するバネなどの弾性手段 5 2 が設けられている。オシレーション用モータ M 2 の回転速度を変えることにより、オシレーション速度  $V_o$  が所望の速度に設定される。オシレーションの振幅は、オシレーション用モータ M 2 の軸心に対する偏心回転体 5 1 の偏心量に基づいて定まる。偏心量は約 1 mm であり、オシレーションの振幅は約 2 mm である。なお、偏心回転体 5 1 の偏心量は、例えば調整プレート（図示せず）の挿入枚数を変えるなどの公知の手段により調整自在となっている。

#### 【0 0 1 9】

図 5 に示すように、オシレーションに伴うカムシャフト 6 0 の X 方向位置は、偏心回転体 5 1 の回転位置に応じて変化する。すなわち、偏心回転体 5 1 の初期位置（オシレーション角度  $\theta_c = 0$  度）を、カムシャフト 6 0 が中心位置に対して偏心回転体 5 1 の偏心量  $e$  だけ - X 方向に偏位した位置とすると、この初期位置から偏心回転体 5 1 が回転してオシレーション角度  $\theta_c$  が 1 8 0 度になると、カムシャフト位置は、中心位置に対して偏心量  $e$  だけ + X 方向に偏位する。偏心回転体 5 1 がさらに回転してオシレーション角度  $\theta_c$  が 3 6 0 度になると、カムシャフト位置は、再び偏心量  $e$  だけ - X 方向に偏位した初期位置に復帰する。このような X 方向のオシレーションによるカムシャフト 6 0 のラッピングフィルム 1 1 に対する相対的なオシレーション位置を検出するために、偏心回転体 5 1 の軸には、偏心回転体 5 1 の回転位置を検出するロータリエンコーダ S 2 （検出手段に相当する）が取り付けられている（図 1 参照）。

#### 【0 0 2 0】

前記ラッピングフィルム 1 1 は、種々のタイプがあるが、本実施形態では、基材が非伸縮性の高い材料、例えば、板厚が  $25\ \mu\text{m} \sim 130\ \mu\text{m}$  程度のポリエステルなどから構成され、この基材の一面には、数  $\mu\text{m} \sim 200\ \mu\text{m}$  程度の粒径を有する多数の砥粒（具体的には、酸化アルミニウム、シリコンカーバイト、ダイヤモンドなどからなる）が接着剤により取り付けられている。砥粒は、基材の一面に全面にわたって接着してもよく、また、所定幅の無砥粒領域を間欠的に形成したものであってもよい。基材の他面には、シュー 2 1 に対する滑り止めのため

、ゴムあるいは合成樹脂等からなる抵抗材料（図示せず）を取り付けるバックコーティングか、場合によっては滑り止め加工が施されている。

#### 【0021】

図2および図3を参照して、ラッピングフィルム11は、供給リール15から引き出され、上アーム22の先端に設けられた一对の第1ガイドローラR1と、上アーム22の内方位置に取り付けられている第2ガイドローラR2と、下アーム23の内方位置に取り付けられている第3ガイドローラR3と、下アーム23の先端に設けられた一对の第4ガイドローラR4などにガイドされ、巻取りリール16に巻き取られる。巻取りリール16にはモータM3が接続されている。モータM3を作動し巻取りリール16を回転すると、供給リール15からラッピングフィルム11が順次繰り出される。ラッピングフィルム11の繰り出し量を検出するために、巻取りリール16の軸には、回転量を検出するロータリエンコーダS3が取り付けられている。供給リール15および巻取りリール16の近傍にはロック装置（図示せず）が設けられ、このロック装置の作動によりフィルム11全体に所定のテンションが付与される。

#### 【0022】

前記対をなす上アーム22および下アーム23は、シュー21を配置する先端部がZ方向に相対的に開閉自在なように、支持ピン24を介して回転自在に設けられている。上アーム22の後端部には、油圧あるいは空気圧などにより作動する流体圧シリンダ25の一端がピン連結され、下アーム23の後端部にはピストンロッド26の先端がピン連結されている。ピストンロッド26を収縮状態から伸張すると、上下のアーム22、23は、支持ピン24を中心として先端部が閉じる方向に回転し、図2に示す閉状態となる。一方、ピストンロッド26を伸張状態から収縮すると、上下のアーム22、23は、先端部が開く方向に回転し、図3に示す開状態となる。上下のアーム22、23の回転は、ラッピングフィルム11と共に行なわれ、閉じ回転によりシュー21がラッピングフィルム11を介してカムロブ部61に当接し、開き回転によりカムロブ部61とシュー21との当接を解除する。

#### 【0023】

シュー 2 1 は、その先端部の形状から凸シューと凹シューとに分類されるが、図示する実施形態では、前記シュー 2 1 は、首振り自在に保持され、ラッピングフィルム 1 1 を介してカムロブ部 6 1 の加工面に複数箇所（例えば 2 点）で当接する凹状先端部を有する凹シュー 2 1 である。凹シュー 2 1 は、先端部はへこ（凹）んでいるものの、ワーク W との当接面自体は断面凸状の円弧面に形成されている。凹シュー 2 1 は、フィルム 1 1 を介してではあるが、カムロブ部 6 1 の加工面とは 2 点での線接触となる。上下のシュー 2 1 によりカムロブ部 6 1 は 4 点支持されることから、当該カムロブ部 6 1 を安定的に回転させることができる。なお、本明細書では、シュー 2 1 がフィルム 1 1 を介してワーク W の外周面と間接的に当接することを「接触」、シュー 2 1 がフィルム 1 1 を介してワーク W の外周面と間接的に当接する面積のことを「接触面積」と略称する。

#### 【 0 0 2 4 】

図 4 にも示すように、上下のアーム 2 2、2 3 の先端部に形成した凹部 2 7 の中に、シュー 2 1 を保持したシューケース 2 8 がワーク W に対して進退移動自在に収納されている。シューケース 2 8 は、その外側面が凹部 2 7 の内側面にガイドされながら移動する。シュー 2 1 は、シューケース 2 8 に設けた中空部 2 8 a 内に、揺動ピン 2 9 を介して首振り自在に保持されている。上下の揺動ピン 2 9 はカムシャフト 6 0 の軸心 O を通る線上に位置し、シュー押付け力 P が効率的にフィルム 1 1 に作用するようにしてある。図 4 中の符号 7 0 は、クーラントを供給するためのノズルを示している。

#### 【 0 0 2 5 】

前記シュー押付けユニット 3 0 は、上下のアーム 2 2、2 3 の先端部のそれぞれに配置されている。図 6 にも概念的に示すように、各シュー押付けユニット 3 0 は、先端がシューケース 2 8 に連結された連結ロッド 3 2 と、圧縮コイルバネからなるワーククランプ用バネ 3 3 と、連結ロッド 3 2 の後端との間でワーククランプ用バネ 3 3 を弾性変形させる押圧ロッド 3 4 と、押圧ロッド 3 4 の頭部に当接するカム形状の偏心回転体 3 5 と、偏心回転体 3 5 を回転駆動する押付け用モータ M 4 と、を有している。連結ロッド 3 2 および押圧ロッド 3 4 は、アーム 2 2、2 3 に形成した貫通孔 2 2 a、2 3 a 内に摺動自在に収納されている。シ

ューケース 28 を押付けると、当該シューケース 28 に保持されたシュー 21 が押付けられ、ラッピングフィルム 11 の砥粒面がカムロブ部 61 に押付けられることになる。偏心回転体 35 のカムリフト  $h$  は、カムの全高  $H$  からベースサークル直径を除算したものであるが、このカムリフト  $h$  が、押圧ロッド 34 を最大限移動し得る寸法となる。上述したワーククランプ用バネ 33、押圧ロッド 34、偏心回転体 35 および押付け用モータ  $M4$  により、シュー押付け力  $P$  を調整する調整手段 31 が構成されている。

#### 【0026】

図 7 に示すように、シュー押付け力  $P$  は、偏心回転体 35 の回転位置に応じて変化する。すなわち、偏心回転体 35 の初期位置（偏心角  $\theta_e = 0$  度）をベースサークルが押圧ロッド 34 の頭部に当接した位置とし、この初期位置から偏心回転体 35 が回転して偏心角  $\theta_e$  が 180 度になると、押圧ロッド 34 がカムリフト  $h$  だけ移動し、ワーククランプ用バネ 33 がさらに弾性圧縮変形する結果、シュー押付け力  $P$  が最大となる。偏心回転体 35 がさらに回転して偏心角  $\theta_e$  が 360 度になると、押圧ロッド 34 が初期位置に復帰し、シュー押付け力  $P$  も初期位置と同じ押付け力に復帰する。このようなシュー押付け力  $P$  の変化を検出するために、偏心回転体 35 の軸には、偏心回転体 35 の回転位置を検出するロータリエンコーダ  $S4$  が取り付けられている（図 4 参照）。

#### 【0027】

図 9 (A) は、オシレーションが付与されたワーク  $W$  の移動状態を、ラッピングフィルム 11 とともに概念的に示す図、図 9 (B) は、ワーク  $W$  のオシレーション位置に拘らずシュー押付け力  $P$  を一定とした対比例において、オシレーションに伴って移動するワーク  $W$  のエッジ部  $W_e$  によって砥粒 12 が受けるダメージ  $D$  の大きさを概念的に示すとともに、ラッピング加工後のワーク  $W$  の軸線方向に沿う幾何学形状を誇張して示す図である。また、図 10 (A) は、ラッピングフィルム 11 の砥粒 12 による加工面 65 の単位時間あたりの除去量とシュー押付け力  $P$  との関係を概念的に示す図、図 10 (B) は、オシレーションに伴って移動するワーク  $W$  のエッジ部  $W_e$  によって砥粒 12 が受けるダメージ  $D$  の大きさとシュー押付け力  $P$  との関係を概念的に示す図、図 10 (C) は、シュー押付け力

Pを一定とした条件下での、ラッピングフィルム11の砥粒12による加工面65の単位時間あたりの除去量と砥粒ダメージDの大きさとの関係を概念的に示す図である。

#### 【0028】

図9 (A) において、ワークWが中心位置にある状態は実線によって示され、ワークWが中心位置に対して-X方向に偏位（最左端）した状態は一点鎖線によって示され、ワークWが中心位置に対して+X方向に偏位（最右端）した状態は二点鎖線によって示されている。図9 (A) 中、符号「Lw」はワークWの軸線方向に沿う加工面65の幅を、符号「Lo」はワークWのオシレーションの幅を、符号「Ao」はオシレーションの振幅を示している。

#### 【0029】

ラッピングフィルム11の砥粒12は、オシレーションに伴って移動するワークWのエッジ部Weによって、割られたり、ひどい場合には基材から脱落されたりするというダメージを受けている。このため、図9 (B) に示すように、ラッピングフィルム11のうちワークWの加工面65に常時圧接している領域においては、ワークWのエッジ部Weによって砥粒12が受けるダメージDは実質的にゼロであるが、ワークWのエッジ部Weが移動する領域においては、砥粒ダメージDが大きくなる。このときの砥粒ダメージDの程度をaとする。

#### 【0030】

ここで、ラッピングフィルム11の砥粒12による加工面65の単位時間あたりの除去量はシュエー押付け力Pの増加に伴って増加し（図10 (A) ）、砥粒ダメージDはシュエー押付け力Pの増加に伴って大きくなり（図10 (B) ）、シュエー押付け力Pを一定とした条件下では、砥粒12による加工面65の単位時間あたりの除去量は砥粒ダメージDが大きくなるのに伴って減少する（図10 (C) ）。

#### 【0031】

したがって、図9 (B) に示すように、ワークWのオシレーション位置に拘らずシュエー押付け力Pを一定（ $P = P_0$ ）とした対比例においては、加工面65の除去量が、両端部に比べて中央部が相対的に増加するため、軸方向幾何学形状が



中凹形状になる。このように軸方向幾何学形状が中凹形状になると、真直度が要求されたレベルに達せず、加工不良になる虞がある。

#### 【0032】

そこで、本実施形態のラッピング加工装置 1 にあっては、ロータリエンコーダ S 2 で偏心回転体 5 1 の回転位置（オシレーション角度  $\theta_c$ ）を検出し、このオシレーション角度  $\theta_c$  からカムシャフト 6 0 のオシレーション位置を検出し、加工中におけるカムシャフト 6 0 のオシレーション位置に応じてシュー押付け力 P を可変制御し、加工面 6 5 の軸方向幾何学形状を制御するようにしてある。

#### 【0033】

上記の制御について、図 1 1 および図 1 2 を参照しつつ説明する。図 1 1 は、本発明に係るラッピング加工装置 1 の制御系を示す概略ブロック図、図 1 2 (A) ~ (C) は、加工中におけるワーク W のオシレーション位置に応じてシュー押付け力 P を可変制御し、加工面 6 5 の軸方向幾何学形状を制御する例を示す図である。

#### 【0034】

図 1 1 を参照して、ロータリエンコーダ S 1、S 2、S 3、S 4 は、CPU やメモリを主体とするコントローラ 1 0 0（制御手段に相当する）に接続され、加工中におけるカムロブ部 6 1 の回転位置、シュー押付け力 P を可変とする偏心回転体 3 5 の回転位置や、オシレーションを付与する偏心回転体 5 1 の回転位置に関する検出信号などがそれぞれコントローラ 1 0 0 に入力される。ワーク回転速度  $V_w$  を定める主軸モータ M 1 の回転速度、および、オシレーション速度  $V_o$  を定めるオシレーション用モータ M 2 の回転速度に関する検出信号のそれぞれもコントローラ 1 0 0 に入力される。コントローラ 1 0 0 は、ロータリエンコーダ S 2 からの偏心回転体 5 1 の回転位置に関する信号に基づいて、カムシャフト 6 0 のオシレーション位置を判断する。そして、コントローラ 1 0 0 は、加工中におけるカムシャフト 6 0 のオシレーション位置に応じてシュー押付け力 P を可変制御する。

#### 【0035】

シュー押付け力 P の可変制御は次のとおりである。図 1 2 (A) に示すように

、コントローラ 1 0 0 は、ワーク W のオシレーション位置がオシレーションの幅方向両端部であるときのシュー押付け力 P が、オシレーションの幅方向中央部であるときのシュー押付け力 P に比べて大きくなるように、偏心回転体 3 5 や押付け用モータ M 4 などを含むシュー押付けユニット 3 0 の作動を制御する。

#### 【 0 0 3 6 】

具体的には、コントローラ 1 0 0 は、カムシャフト 6 0 のオシレーション位置が最左端に至ったとき（オシレーション角度  $\theta_c = 0$  度）に偏心回転体 3 5 の偏心角  $\theta_e$  が 1 8 0 度となり、オシレーション位置が中央に至ったとき（オシレーション角度  $\theta_c = 9 0$  度）に偏心回転体 3 5 の偏心角  $\theta_e$  が 0 度となり、オシレーション位置が最右端に至ったとき（オシレーション角度  $\theta_c = 1 8 0$  度）に偏心回転体 3 5 の偏心角  $\theta_e$  が 1 8 0 度となるように、押付け用モータ M 4 の回転を制御する制御信号を当該モータ M 4 に出力する。偏心角  $\theta_e$  が 1 8 0 度になるとシュー押付け力 P が最大となるので（図 7 参照）、カムシャフト 6 0 のオシレーション位置がオシレーションの幅方向両端部であるときのシュー押付け力 P が、オシレーションの幅方向中央部であるときのシュー押付け力 P に比べて大きくなる。

#### 【 0 0 3 7 】

シュー押付け力 P を上記のように制御すると、対比例（図 9（B）を参照）におけるシュー押付け力 P 0 を基準にして比較すると、図 1 2（A）に示すように、ワーク W のエッジ部 W e が移動する領域における砥粒ダメージ D が小さくなる。このときの砥粒ダメージ D の程度を b（ $a > b$ ）とする。砥粒ダメージ D が小さくなるということは、同じシュー押付け力 P の下では、砥粒 1 2 による加工面 6 5 の単位時間あたりの除去量が増加することを意味する（図 1 0（C）を参照）。しかも、オシレーションの幅方向中央部でのシュー押付け力 P が小さくなるので、加工面 6 5 の中央部における単位時間あたりの除去量も減少する。これらの作用が相まって、ワーク W の加工面 6 5 の両端部と中央部とにおける除去量の不均一さが改善され、軸方向幾何学形状がフラットになり、真直度の低下が抑えられる。

#### 【 0 0 3 8 】

なお、図 12 (A) においては、理解の容易のため、オシレーションの幅方向両端部でのシュー押付け力  $P$  を対比例におけるシュー押付け力  $P_0$  に合わせてあるが、実際のラッピング加工では加工時間などを考慮してシュー押付け力  $P$  が決定されている。以下に説明する図 12 (B) (C) においても同様である。

#### 【0039】

ワークの中には、軸方向幾何学形状を積極的に中凸にすることを意図したワークも存在する。例えば、カムロブ部 61 にあつては、バルブリフタ (図示せず) との接触点を減らすことによりフリクションの低減を図るために、軸方向幾何学形状を中凸にすることがある。

#### 【0040】

軸方向幾何学形状を中凸にする場合のシュー押付け力  $P$  の可変制御は、上述したのと同様になされる。つまり、図 12 (B) に示すように、コントローラ 100 は、ワーク  $W$  のオシレーション位置がオシレーションの幅方向両端部であるときのシュー押付け力  $P$  が、オシレーションの幅方向中央部であるときのシュー押付け力  $P$  に比べて大きくなるように、シュー押付けユニット 30 の作動を制御する。但し、オシレーションの幅方向両端部でのシュー押付け力  $P$  と、オシレーションの幅方向中央部でのシュー押付け力  $P$  との間の変化率  $\Delta P$  は、幾何学形状をフラットにするときよりも、幾何学形状を中凸にするときの方が大きい。図 12 (B) には、幾何学形状をフラットにするときのシュー押付け力  $P$  の変化を破線で示してある。

#### 【0041】

シュー押付け力  $P$  を上記のように制御すると、ワーク  $W$  のエッジ部  $W_e$  が移動する領域における砥粒ダメージ  $D$  がさらに小さくなる。このときの砥粒ダメージ  $D$  の程度を  $c$  ( $a > b > c$ ) とする。砥粒ダメージ  $D$  がさらに小さくなるということは、同じシュー押付け力  $P$  の下では、砥粒 12 による加工面 65 の単位時間あたりの除去量がさらに増加することを意味する。しかも、オシレーションの幅方向中央部でのシュー押付け力  $P$  がさらに小さくなるので、加工面 65 の中央部における単位時間あたりの除去量もさらに減少する。これらの作用が相まって、ワーク  $W$  の加工面 65 の両端部での加工が中央部に比べて促進され、軸方向幾何

学形状が中凸になる。

#### 【0042】

ワークの中には、軸方向幾何学形状を積極的に中凹にすることを意図したワークも存在する。例えば、クランクシャフト62のピン部63にあっては、軸方向幾何学形状を中凹にすることがある。

#### 【0043】

軸方向幾何学形状を中凹にする場合のシュー押付け力Pの可変制御は、図12(C)に示すように、コントローラ100は、ワークWのオシレーション位置がオシレーションの幅方向両端部であるときのシュー押付け力Pが、オシレーションの幅方向中央部であるときのシュー押付け力Pに比べて小さくなるように、シュー押付けユニット30の作動を制御する。

#### 【0044】

具体的には、コントローラ100は、クランクシャフト62のオシレーション位置が最左端に至ったとき（オシレーション角度 $\theta_c = 0$ 度）に偏心回転体35の偏心角 $\theta_e$ が0度となり、オシレーション位置が中央に至ったとき（オシレーション角度 $\theta_c = 90$ 度）に偏心回転体35の偏心角 $\theta_e$ が180度となり、オシレーション位置が最右端に至ったとき（オシレーション角度 $\theta_c = 180$ 度）に偏心回転体35の偏心角 $\theta_e$ が0度となるように、押付け用モータM4の回転を制御する制御信号を当該モータM4に出力する。偏心角 $\theta_e$ が180度になるとシュー押付け力Pが最大となるので（図7参照）、クランクシャフト62のオシレーション位置がオシレーションの幅方向両端部であるときのシュー押付け力Pが、オシレーションの幅方向中央部であるときのシュー押付け力Pに比べて小さくなる。

#### 【0045】

シュー押付け力Pを上記のように制御すると、対比例（図9（B）を参照）におけるシュー押付け力P0を基準にして比較すると、ワークWのエッジ部Weが移動する領域における砥粒ダメージDが大きくなる。このときの砥粒ダメージDの程度をd（ $d > a$ ）とする。砥粒ダメージDが大きくなるということは、同じシュー押付け力Pの下では、砥粒12による加工面65の単位時間あたりの除去

量が減少することを意味する。しかも、オシレーションの幅方向中央部でのシュール押付け力Pが大きくなるので、加工面65の中央部における単位時間あたりの除去量も増加する。これらの作用が相まって、ワークWの加工面65の中央部での加工が両端部に比べて促進され、軸方向幾何学形状が中凹になる。

#### 【0046】

なお、オシレーションの幅方向両端部でのシュール押付け力Pと、オシレーションの幅方向中央部でのシュール押付け力Pとの間の変化率は、ワークの軸方向幾何学形状（フラット、中凸あるいは中凹）、ベースとなる加工条件（シュール押付け力、ワーク回転速度およびオシレーション速度の各ベース値）、要求される面粗度などによって変化するので、一義的に決まるものではなく、トライアンドエラーによって最終的な変化率を決定している。

#### 【0047】

また、シュール押付け力PをワークWのオシレーション位置に同期して変化させるために、偏心回転体35を設計するに際しては、オシレーションサイクルを考慮して、X方向に沿ってはベースサークル半径や稼動開始角が決定され、Z方向に沿ってはカムリフトhや稼動開始角が決定されている。

#### 【0048】

次に、本実施形態の作用を、軸方向幾何学形状をフラットにする場合を例に挙げて説明する。

#### 【0049】

まず、ヘッドストック42とテールストック46との間にカムシャフト60を支持し、カムロブ部61の位置に上下のアーム22、23を移動する。このとき、流体圧シリンダ25は、ピストンロッド26を収縮しており、上アーム22および下アーム23を開位置に保持している。この後、流体圧シリンダ25を作動させてピストンロッド26を伸張し、上下のアーム22、23を閉じる方向に回転する。この閉回転によりラッピングフィルム11は、カムロブ部61の加工面65上にセットされる。

#### 【0050】

上下のアーム22、23を開回転している間に、モータM3を作動して巻取り

リール 16 を回転する。ラッピングフィルム 11 は、所定量移動し、新規な砥粒面が加工面 65 上にセットされるようになる。その後、供給リール 15 近傍に設けられたロック装置をロックして、巻取りリール 16 を回転すると、ラッピングフィルム 11 に所定のテンションが付与される。次いで、巻取りリール 16 近傍のロック装置をロックすると、テンションが付与され弛みのない状態のラッピングフィルム 11 となる。

#### 【0051】

カムロブ部 61 をクランプすると、シュー押付けユニット 30 により両シュー 21 がカムロブ部 61 に向けて押付けられ、ラッピングフィルム 11 の砥粒面が加工面 65 に押付けられる。

#### 【0052】

そして、オシレーションユニット 50 を作動させてカムシャフト 60 に軸方向に沿うオシレーションを付与しつつ、回転駆動ユニット 40 を作動させてカムシャフト 60 を軸中心で回転すると、シュー 21 を保持したシューケース 28 が凹部 27 の中でカムロブ部 61 の回転に倣って進退移動しながら、カムロブ部 61 の加工面 65 がラッピング加工される。

#### 【0053】

この加工中においては、コントローラ 100 は、オシレーションユニット 50 の動作と、シュー押付けユニット 30 の動作とを同期させている。コントローラ 100 は、ロータリエンコーダ S2 が検出した偏心回転体 51 の回転位置から、カムシャフト 60 のオシレーション位置を判断し、加工中におけるカムシャフト 60 のオシレーション位置に応じてシュー押付け力 P を可変制御する。すなわち、カムシャフト 60 のオシレーション位置が最左端または最右端に至ったときに偏心回転体 35 の偏心角  $\theta_e$  が 180 度となるように、押付け用モータ M4 の作動を制御し、オシレーションの幅方向両端部でのシュー押付け力 P を、オシレーションの幅方向中央部でのシュー押付け力 P に比べて大きくしている（図 12 (A)）。

#### 【0054】

これにより、カムロブ部 61 の加工面 65 の両端部と中央部とにおける除去量

の不均一さが改善され、軸方向幾何学形状がフラットになり、真直度の低下が抑えられる。もって、加工条件だけで、ワークWの軸線方向に沿う加工面65の幾何学形状を制御できる。

#### 【0055】

カムシャフト60は、多数のカムロブ部61を有しているが、ラッピング加工は、これらカムロブ部61に対し一斉に行なわれる。ラッピング加工が完了すると、流体圧シリンダ25を作動させてピストンロッド26を収縮し、上下のアーム22、23を開く方向に回動し、カムシャフト60を取り出し可能な状態とする。カムシャフト60を取り出した後、他のカムシャフト60をセットすれば、同様のラッピング加工を開始することができる。

#### 【0056】

図13は、軸方向幾何学形状を中凸あるいは中凸にする場合の、押付け力Pとオシレーション角度 $\theta_0$ との関係、ワーク断面形状、形状変化量 $\Delta$ と押付け力Pとの関係を示す図表である。

#### 【0057】

軸方向幾何学形状を中凸にする場合には、上述したのと同様であるが、オシレーションの幅方向両端部でのシュー押付け力Pと、オシレーションの幅方向中央部でのシュー押付け力Pとの変化率 $\Delta P$ を、幾何学形状をフラットにするときよりも大きくしている（図12（B）、図13（A）欄）。

#### 【0058】

これにより、カムロブ部61の加工面65の両端部での加工が中央部に比べて促進され、軸方向幾何学形状が中凸になる。もって、加工条件だけで、ワークWの軸線方向に沿う加工面65の幾何学形状を制御できる。

#### 【0059】

軸方向幾何学形状を中凹にするワークW（例えば、クランクシャフト62）の場合には、コントローラ100は、クランクシャフト62のオシレーション位置が中央に至ったときに偏心回転体35の偏心角 $\theta_e$ が180度となるように、押付け用モータM4の作動を制御し、オシレーションの幅方向両端部でのシュー押付け力Pを、オシレーションの幅方向中央部でのシュー押付け力Pに比べて小さくしている。

くしている（図12（C）、図13（B）欄）。

#### 【0060】

これにより、クランクシャフト62の加工面65の中央部での加工が両端部に比べて促進され、軸方向幾何学形状が中凹になる。もって、加工条件だけで、ワークWの軸線方向に沿う加工面65の幾何学形状を制御できる。

#### 【0061】

以上説明したように、上述した実施形態のラッピング加工装置1によれば、ラッピングフィルム11と、シュー21と、シュー21をワークWに向けて押付けてラッピングフィルム11の砥粒面をワークWに押付けるとともにシュー押付け力を調整自在なシュー押付けユニット30と、ワークWに当該ワークWの軸線方向に沿うオシレーションを付与するオシレーションユニット50と、オシレーションによるワークWのラッピングフィルムに対する相対的なオシレーション位置を検出するロータリエンコーダS2と、加工中におけるワークWのオシレーション位置に応じてシュー押付け力Pを可変制御するコントローラ100と、を有し、ワークWの軸線方向に沿う加工面65の幾何学形状を制御するようにしたので、加工条件だけで、ワークWの軸線方向に沿う加工面65の幾何学形状を所望の形状（フラット、中凸あるいは中凹）に制御し得るという効果を奏する。

#### 【0062】

また、コントローラ100は、ワークWのオシレーション位置がオシレーションの幅方向両端部であるときのシュー押付け力Pが、オシレーションの幅方向中央部であるときのシュー押付け力Pに比べて大きくなるように、シュー押付けユニット30の作動を制御するので、加工条件だけで、ワークWの軸線方向に沿う加工面65の幾何学形状をフラットあるいは中凸にすることができる。

#### 【0063】

また、オシレーションの幅方向両端部でのシュー押付け力と、オシレーションの幅方向中央部でのシュー押付け力との間の変化率を、幾何学形状をフラットにするときよりも中凸にするときの方を大きくすれば、幾何学形状のフラットあるいは中凸を選択できる。

#### 【0064】



また、コントローラ 1 0 0 は、ワーク W のオシレーション位置がオシレーションの幅方向両端部であるときのシュー押付け力 P が、オシレーションの幅方向中央部であるときのシュー押付け力 P に比べて小さくなるように、シュー押付けユニット 3 0 の作動を制御するので、加工条件だけで、ワーク W の軸線方向に沿う加工面 6 5 の幾何学形状を中凹にすることができる。

#### 【 0 0 6 5 】

また、ラッピングフィルム 1 1 は、非伸縮性でかつ変形可能であるので、ワーク W に対して、好適なラッピング加工を行い得る。

#### 【 0 0 6 6 】

また、本実施形態のラッピング加工装置 1 は、オシレーションによるワーク W のラッピングフィルム 1 1 に対する相対的なオシレーション位置をロータリエンコーダ S 2 により検出し、加工中におけるワーク W のオシレーション位置に応じてシュー押付け力 P を可変制御し、ワーク W の軸線方向に沿う加工面 6 5 の幾何学形状を制御するラッピング加工方法を具現化したものであり、上述したように、加工条件だけで、ワーク W の軸線方向に沿う加工面 6 5 の幾何学形状を所望の形状（フラット、中凸あるいは中凹）に制御し得るという効果を奏する。

#### 【 0 0 6 7 】

（他の実施形態）

図 1 4 は、他の実施形態に係るシュー押付けユニット 3 0 の構成と等価の構成を示す概念図である。図 6 に示した部材と共通する部材には同一の符号を付し、その説明は省略する。

#### 【 0 0 6 8 】

他の実施形態においては、押圧ロッド 3 4 の頭部に当接する偏心回転体 1 3 5 が楕円形状を有する点で、カム形状の偏心回転体 3 5 を備える先の実施形態と相違している。図 1 3 に示されるように、カム形状の偏心回転体 3 5 を使用した場合には、押付け力 P の変化が比較的急峻であるが、楕円形状の偏心回転体 1 3 5 を使用した場合には、同図に一点鎖線で示すように、押付け力 P の変化を比較的緩やかにできる。

#### 【 0 0 6 9 】

## (改変例)

ワークWの加工面65はカムシャフト60のカムロブ部61やクランクシャフト62のピン部63に限定されるものでもなく、他の種々のワークWに適用できることはいうまでもない。

## 【0070】

また、シュー押付け力Pを調整自在なシュー押付け手段30として、ワーククランプ用バネ33、偏心回転体35、押付け用モータM4などを使用した形態を例示したが、これに限定されるものではなく、適宜改変可能である。例えば、空気圧などにより作動する流体圧シリンダを用いて、シュー21をワークWに向けて押付けて、ラッピングフィルム11の砥粒面をワークWに押付けてもよい。この場合には、流体圧シリンダに供給する空気圧を調整したり、電磁弁で切り換えたりすることによって、シュー押付け力Pを調整すればよい。

## 【0071】

また、図示例のオシレーションユニット50ではテーブル49にオシレーションを付与してワークWにオシレーションを付与しているが、ワークWを支持する主軸41にオシレーションを付与してもよい。また、ワークWにオシレーションを付与する場合に限られず、ラッピングフィルム11にオシレーションを付与したり、ワークWおよびラッピングフィルム11の両者にオシレーションを付与したりしてもよい。オシレーションを発生させる機構も偏心回転体51を用いたものに限定されず、例えば、超音波加振機を用いてもよい。

## 【0072】

また、ロータリエンコーダS2で検出した偏心回転体51の回転位置に基づいてワークWのオシレーション位置を検出する例を示したが、光学的センサなどによりワークWの端部を直接検出して、ワークWのオシレーション位置を検出する形態でもよい。

## 【0073】

また、シューとして凹シュー21を例示したが、先端部が凸状円弧となった凸シューを使用する場合にも、本発明を適用できる。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態に係るラッピング加工装置を示す概略構成図である。

【図 2】 ラッピング加工装置に開閉自在に設けられた上下のアームの開状態を示す概略断面図である。

【図 3】 上下のアームの開状態を示す概略断面図である。

【図 4】 ラッピング加工装置の要部を示す断面図である。

【図 5】 オシレーションに伴うカムシャフト位置の説明に供する図である。

【図 6】 シュー押付けユニットの構成と等価の構成を示す概念図である。

【図 7】 シュー押付け力の変化の説明に供する図である。

【図 8】 図 8 (A) は、ラッピング加工されるワークとしてのカムシャフトの一例を示す斜視図、図 8 (B) は、ラッピング加工されるワークとしてのクランクシャフトの一例を示す斜視図である。

【図 9】 図 9 (A) は、オシレーションが付与されたワークの移動状態を、ラッピングフィルムとともに概念的に示す図、図 9 (B) は、ワークのオシレーション位置に拘らずシュー押付け力を一定とした対比例において、オシレーションに伴って移動するワークのエッジ部によって砥粒が受けるダメージの大きさを概念的に示すとともに、ラッピング加工後のワークの軸線方向に沿う幾何学形状を誇張して示す図である。

【図 10】 図 10 (A) は、ラッピングフィルムの砥粒による加工面の単位時間あたりの除去量とシュー押付け力との関係を概念的に示す図、図 10 (B) は、オシレーションに伴って移動するワークのエッジ部によって砥粒が受けるダメージの大きさとシュー押付け力との関係を概念的に示す図、図 10 (C) は、シュー押付け力を一定とした条件下での、ラッピングフィルムの砥粒による加工面の単位時間あたりの除去量と砥粒ダメージの大きさとの関係を概念的に示す図である。

【図 11】 本発明に係るラッピング加工装置の制御系を示す概略ブロック図である。

【図 12】 図 12 (A) ~ (C) は、加工中におけるワークのオシレーシ

ョン位置に応じてシュー押付け力を可変制御し、加工面の軸方向幾何学形状を制御する例を示す図である。

【図 1 3】 軸方向幾何学形状を中凸あるいは中凹にする場合の、押付け力  $P$  とオシレーション角度  $\theta$  の関係、ワーク断面形状、形状変化量  $\Delta$  と押付け力  $P$  との関係を示す図表である。

【図 1 4】 他の実施形態に係るシュー押付けユニットの構成と等価の構成を示す概念図である。

【符号の説明】

- 1…ラッピング加工装置
- 11…ラッピングフィルム
- 12…砥粒
- 21…シュー、凹シュー
- 28…シューケース
- 30…シュー押付けユニット（シュー押付け手段）
- 31…調整手段
- 32…連結ロッド
- 33…ワーククランプ用バネ
- 34…押圧ロッド
- 35、135…偏心回転体
- 40…回転駆動ユニット
- 50…オシレーションユニット（オシレーション手段）
- 51…オシレーション用の偏心回転体
- 60…カムシャフト（ワーク）
- 61…カムロブ部
- 62…クランクシャフト（ワーク）
- 65…加工面
- 100…コントローラ（制御手段）
- M2…オシレーション用モータ
- M4…押付け用モータ

S 2 …ロータリエンコーダ (検出手段)

S 1、S 3、S 4 …ロータリエンコーダ

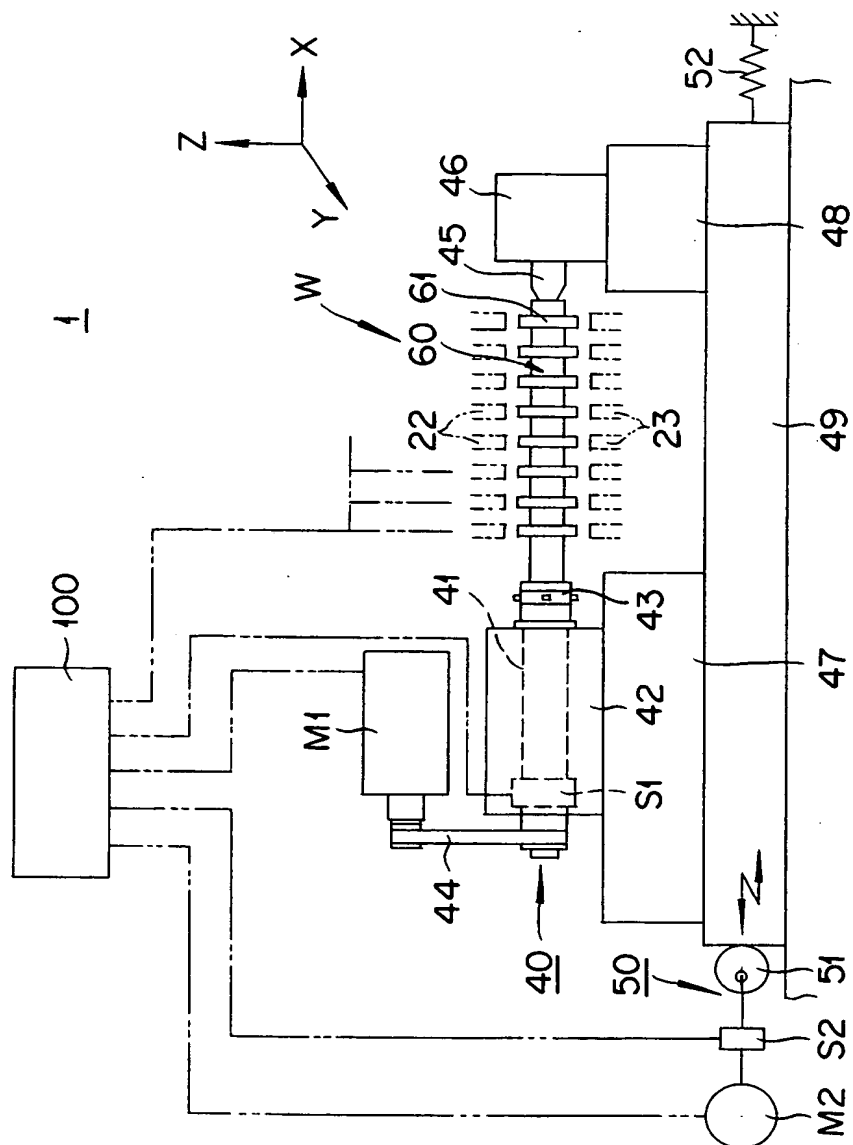
W …ワーク

W e …ワークのエッジ部

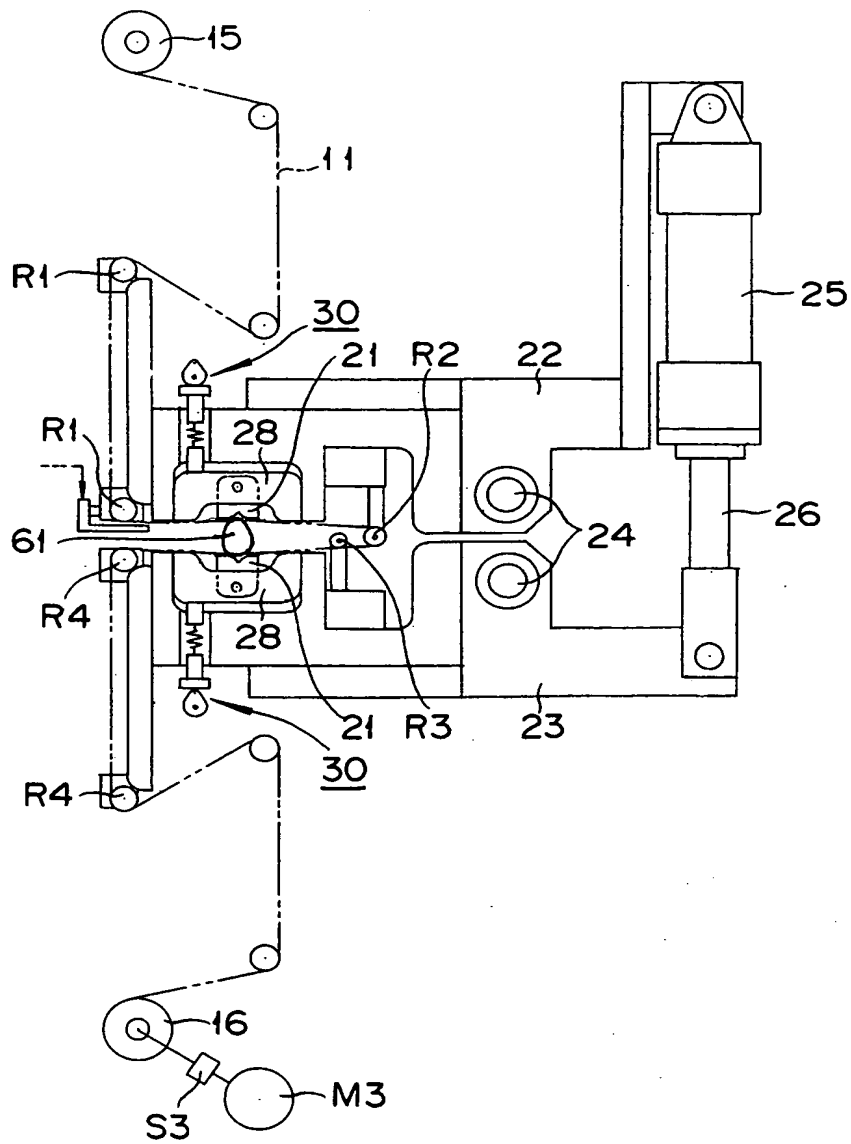
【書類名】

図面

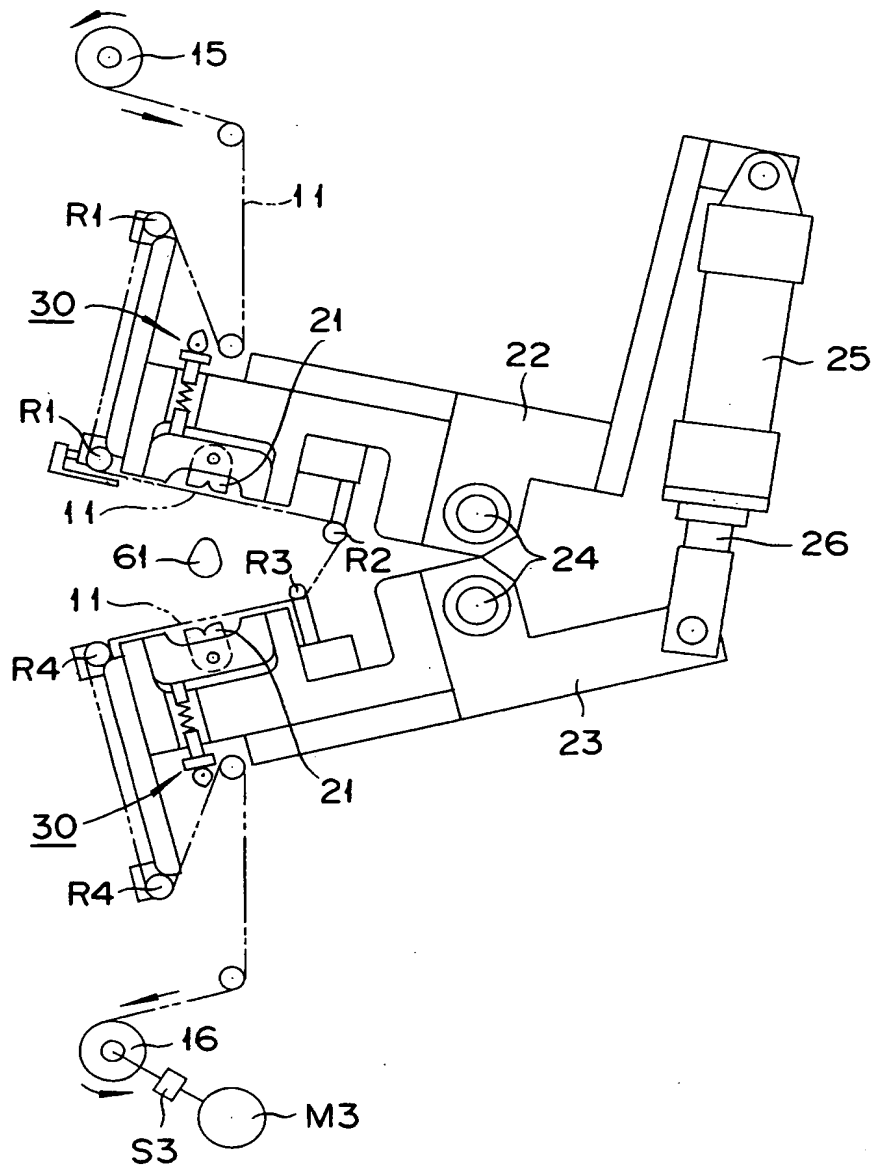
【図 1】



【図 2】

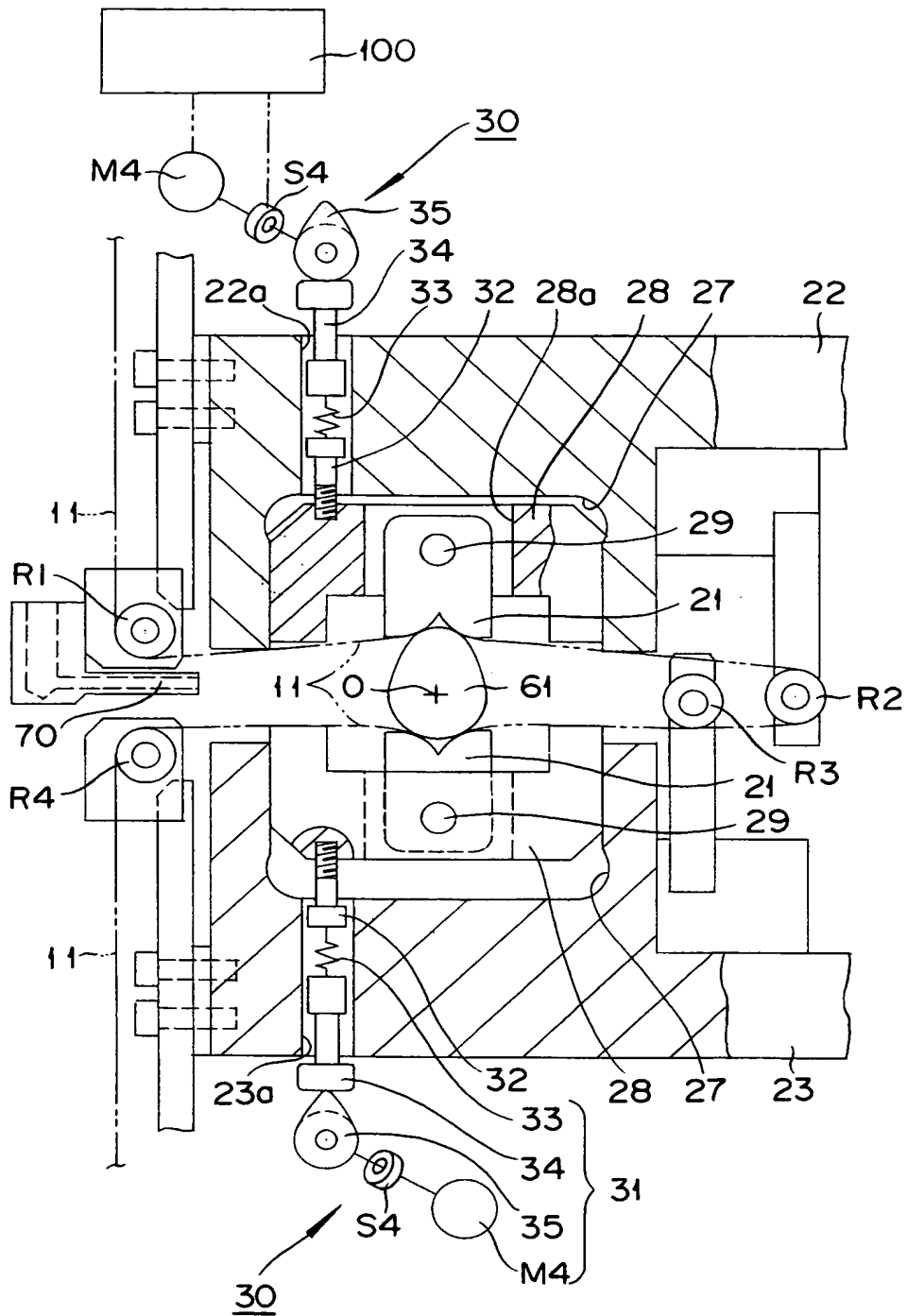


【図 3】

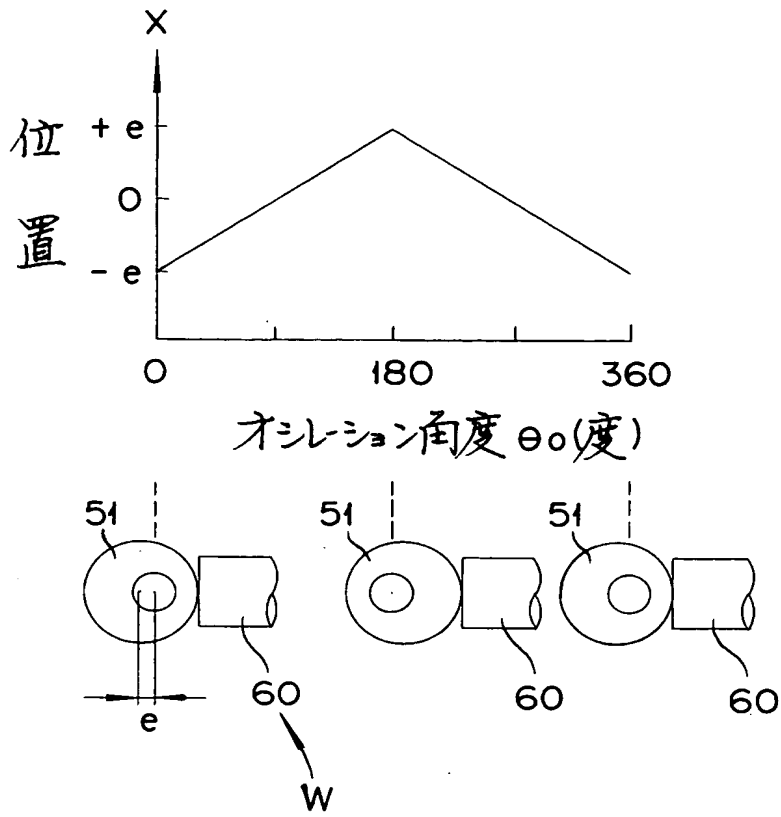




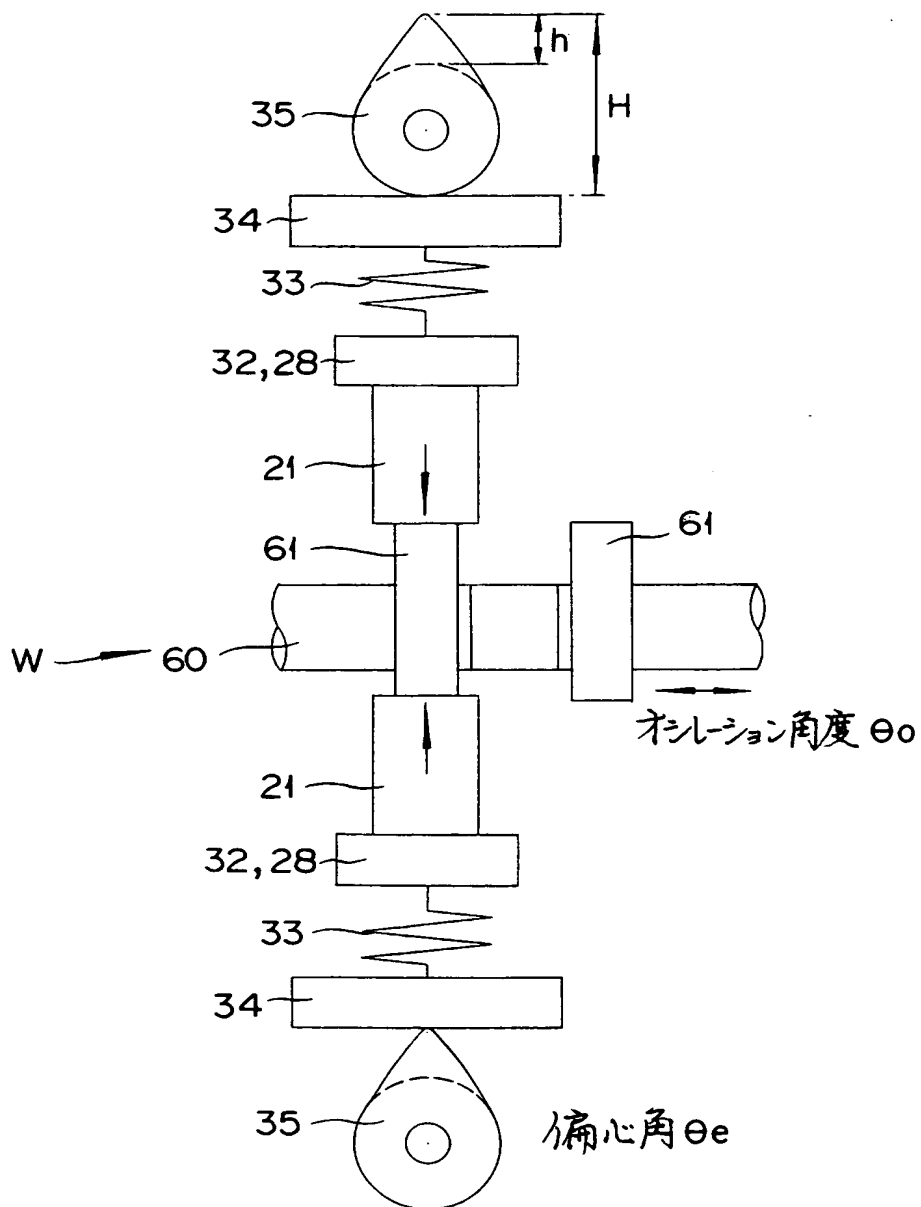
【図 4】



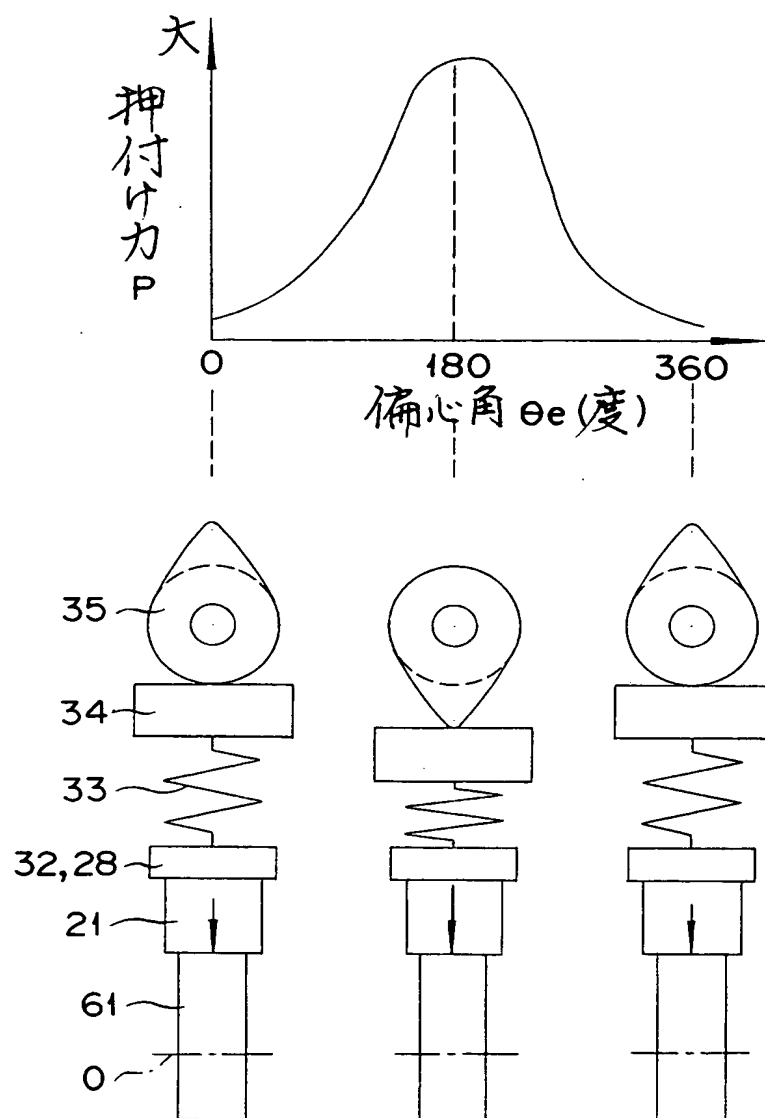
【図5】



【図 6】

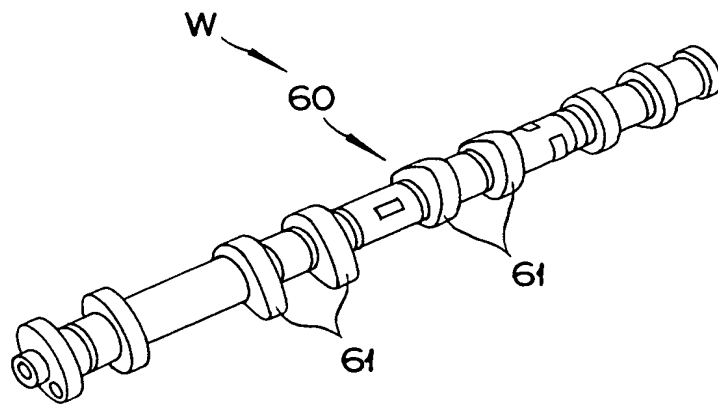


【図 7】

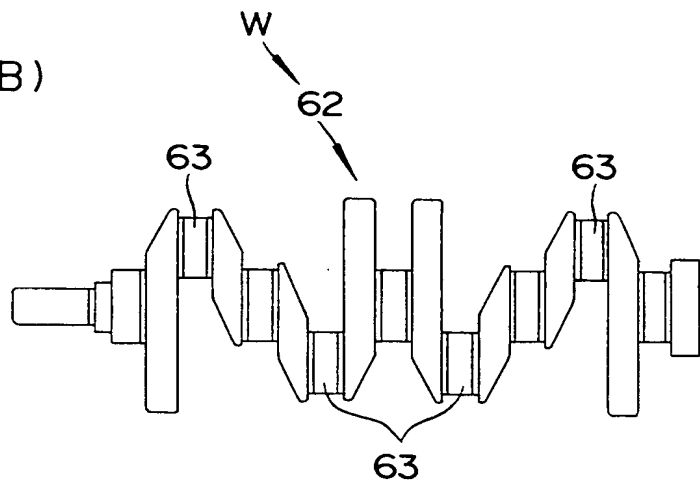


【図 8】

(A)

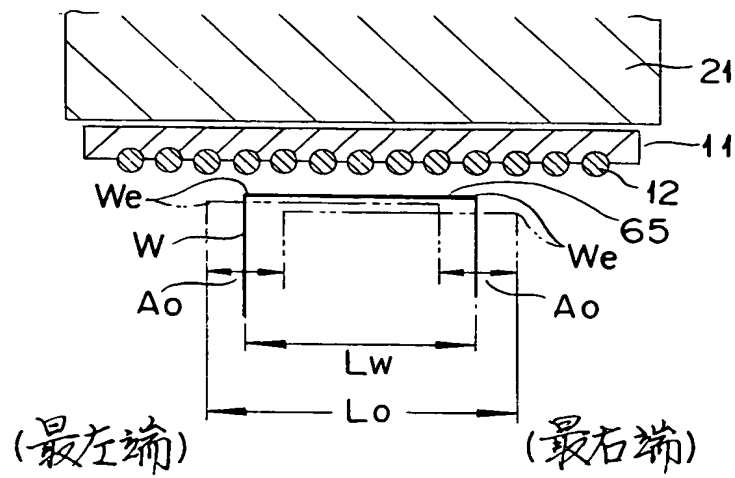


(B)

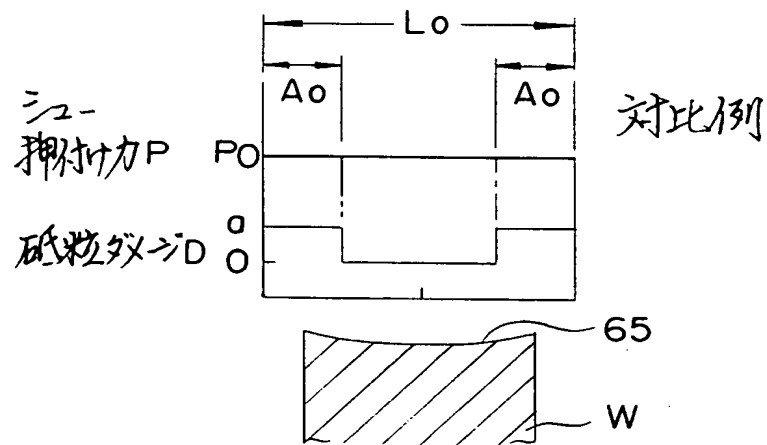


【図 9】

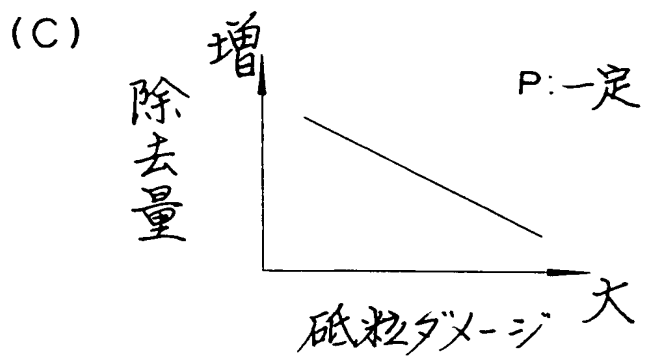
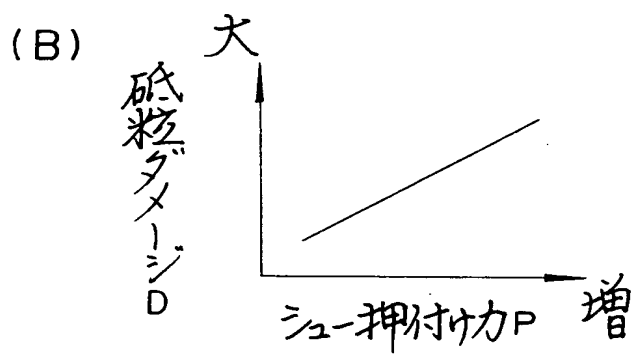
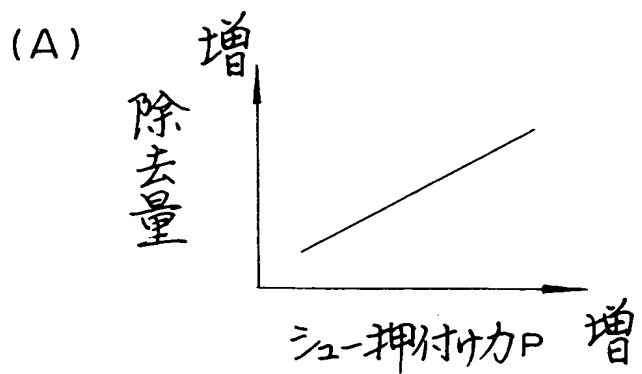
(A)



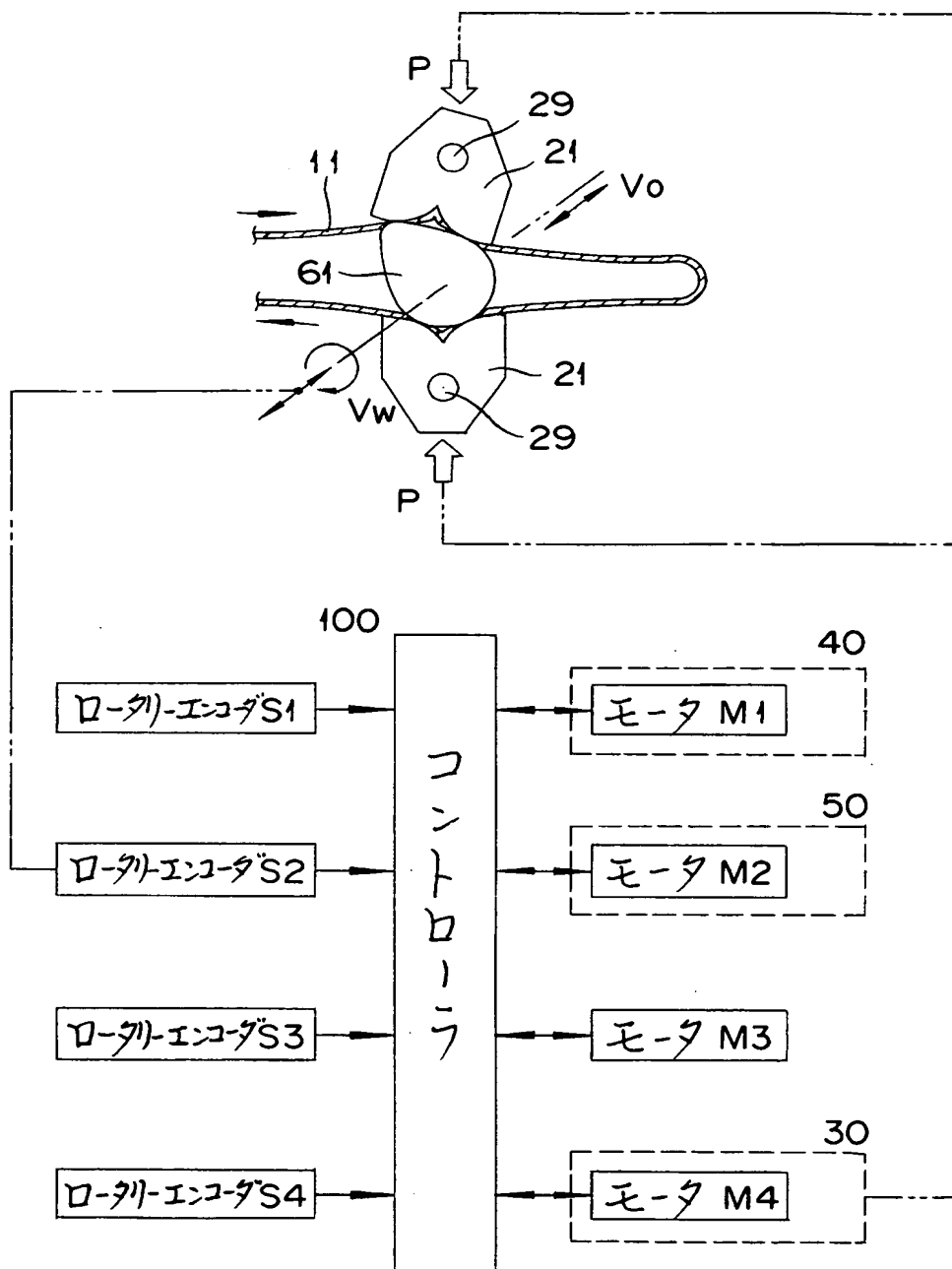
(B)



【図 1 0】

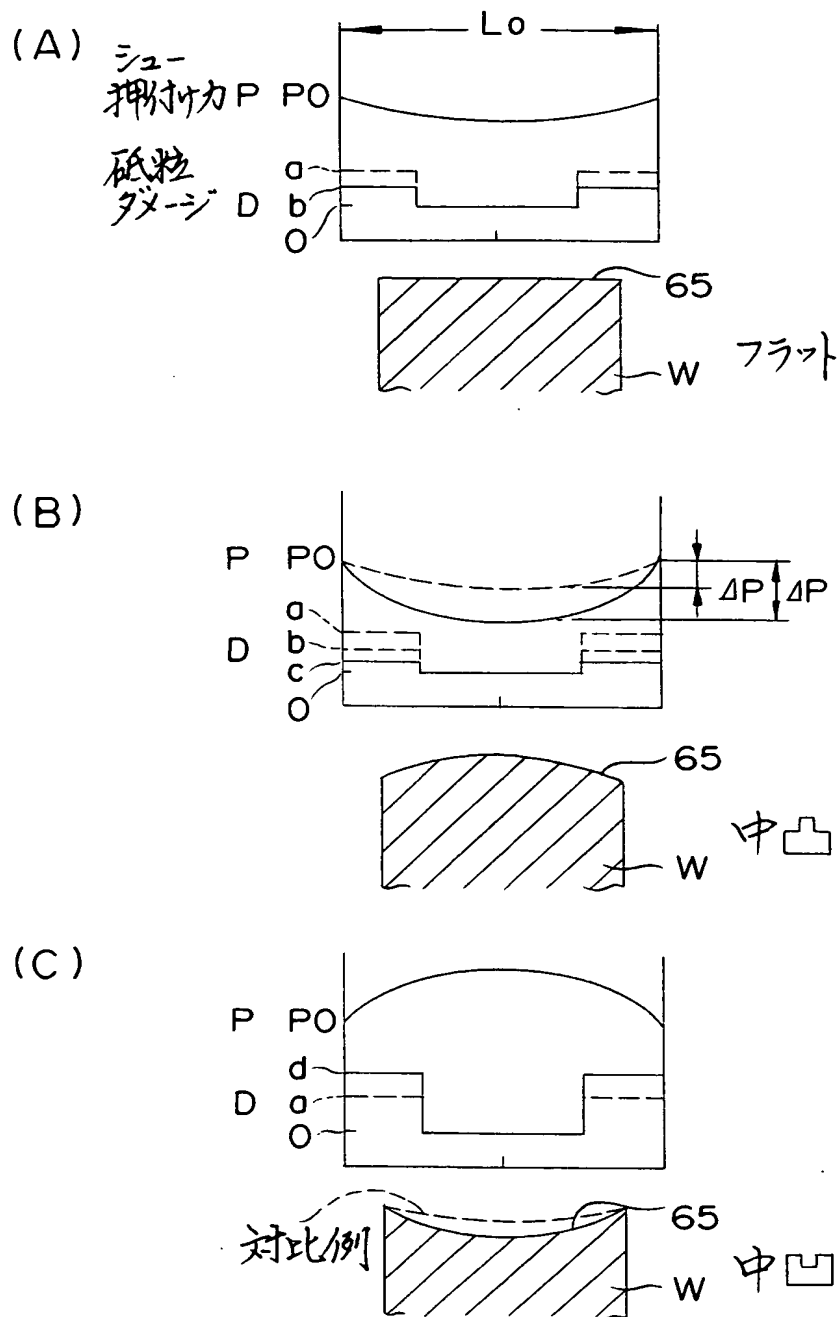


【図 11】

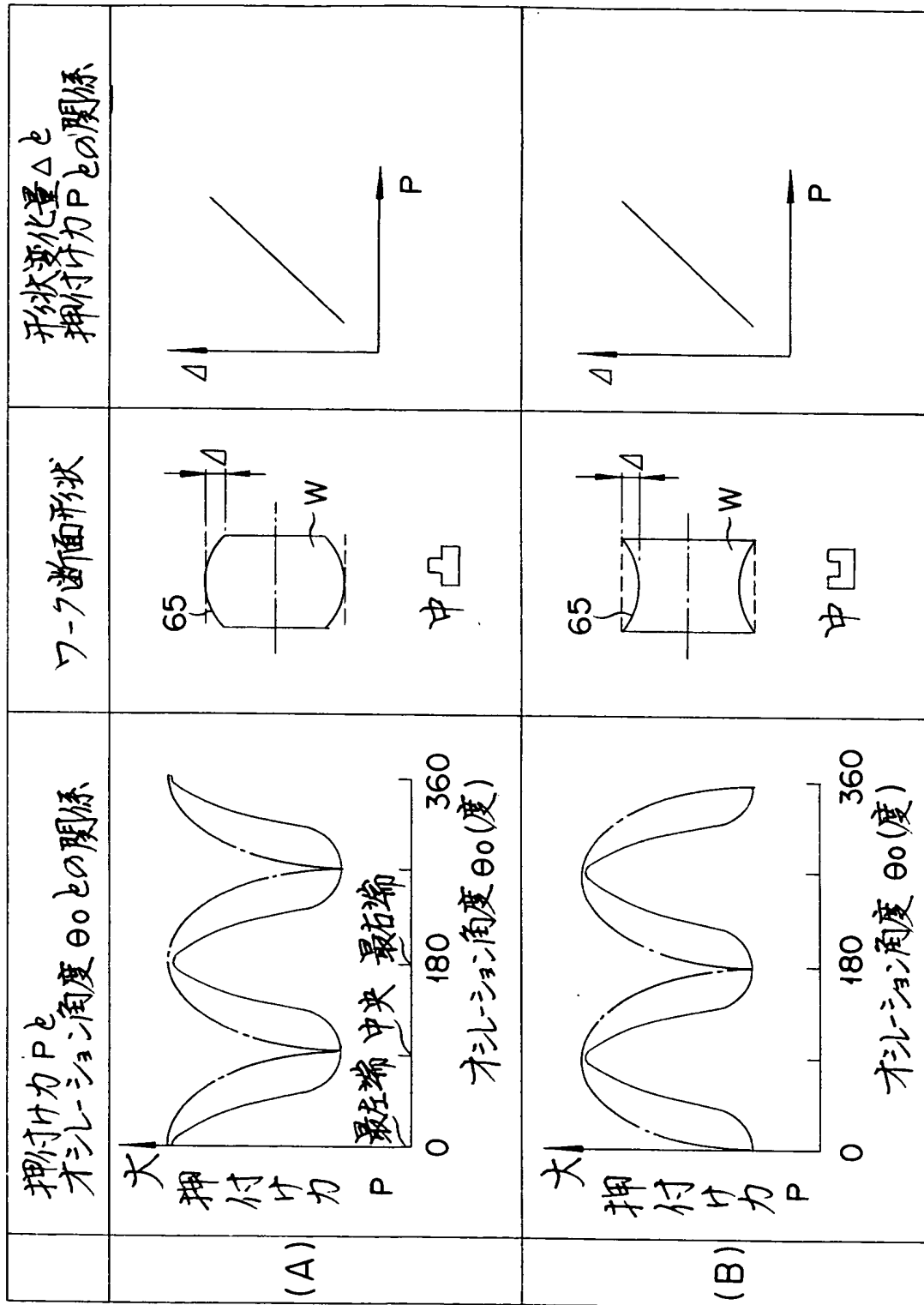




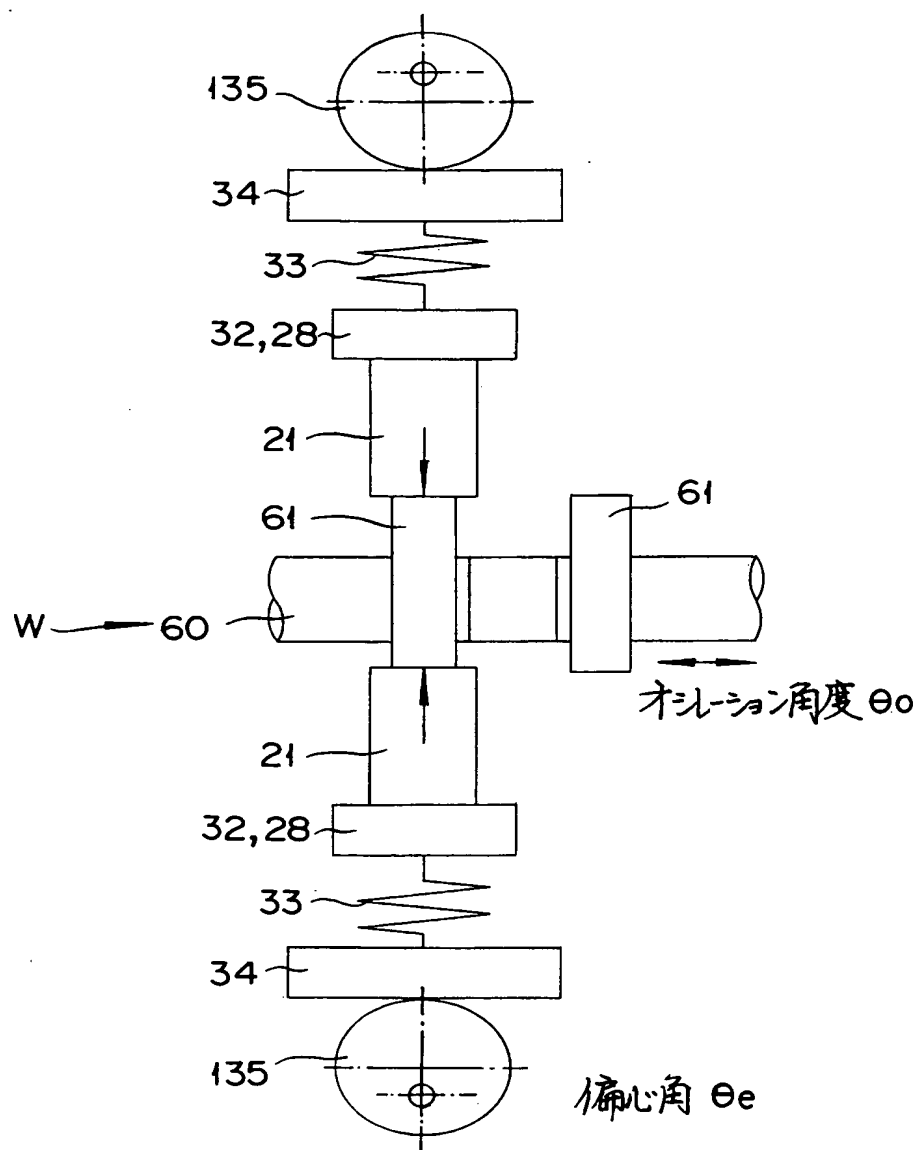
【図 12】



【図13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 加工条件だけで、ワークの軸線方向に沿う加工面の幾何学形状を制御する。

【解決手段】 ラッピング加工装置 1 は、ラッピングフィルム 1 1 と、シュー 2 1 と、シューをワーク W に向けて押付けてラッピングフィルムの砥粒面をワークに押付けるとともにシュー押付け力を調整自在なシュー押付けユニット 3 0 と、ワークにオシレーションを付与するオシレーションユニット 5 0 と、オシレーションによるワークのラッピングフィルムに対する相対的なオシレーション位置を検出するロータリエンコーダ S 2 と、コントローラ 1 0 0 と、を有する。コントローラは、加工中におけるワークのオシレーション位置に応じてシュー押付け力を可変制御し、ワークの軸線方向に沿う加工面 6 5 の幾何学形状をフラット、中凸あるいは中凹に制御する。

【選択図】 図 1 1

特願 2 0 0 3 - 0 3 4 0 7 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 9 9 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

氏 名

日産自動車株式会社